

# BLE 비콘을 이용한 애드혹 전자 출결 확인 시스템

박형석\*, 황경호<sup>o</sup>

## Ad-hoc Electronic Attendance Checking System Based on BLE Beacon

Hyung-Seok Park\*, Gyung-Ho Hwang<sup>o</sup>

### 요 약

본 논문에서는 Wi-Fi 또는 셀룰러 네트워크가 없는 환경에서 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반의 비콘을 이용한 전자 출결 확인 시스템을 제안한다. 제안된 전자 출결 확인은 폴링(Polling) 방식으로 진행하며, 출석 관리자와 참석자의 장치는 서로 비콘을 이용하여 응답을 요청하거나 응답신호를 보낸다. 기존의 비콘을 이용한 전자 출결 확인 시스템은 별도의 서버 접속을 요구하는 반면, 제안된 방식은 다른 네트워크에 접속할 필요 없이 비콘 송수신만으로 출결을 확인할 수 있다.

**Key Words** : BLE, Beacon, Ad-hoc, Attendance Checking, Android

### ABSTRACT

In this paper, we propose electronic attendance checking system using a bluetooth beacon in the absence of Wi-Fi or cellular networks. The proposed electronic attendance checking system uses a polling scheme where the administrator sends a request message and the attendees response using a beacon packet. Existing electronic attendance checking system requires a centralized server but the proposed method can check attendance without any external networks.

## 1. 서 론

전자 출결 확인 시스템은 사람이 직접 호명하여 출결을 확인하는 수고를 덜고 소요되는 시간을 줄일 수 있다. 기존의 전자출결시스템은 지문인식, RFID, QR 코드, 블루투스과 같은 기술에 따라 사용 방법과 장단점이 존재한다. 지문인식을 사용하는 전자출결시스템은 대리출석의 가능성이 적지만, 지문인식기가 필요하고 지문을 인식하는 행위에 많은 시간이 소요될 수 있다. RFID를 사용하는 전자출결 확인 시스템은 RFID 칩이 내장된 카드나 스마트폰을 RFID 리더기에 태그하여 출결 확인을 진행하여 다른 사람의 카드나 스마트폰으로 출석하는 대리출석을 방지하지 어렵고 RFID 리더기가 추가로 필요하다.<sup>[1]</sup>

사물인터넷에서 근거리 무선 통신에 많이 사용되는 블루투스 비콘 기술을 이용한 전자 출결 확인 시스템은 참석자가 비콘 신호가 있는 특정 장소에 진입하면 스마트폰이 해당 비콘 신호를 감지하고 서버에 접속하여 출석 처리를 수행한다. 이 경우 출석자가 별도의 행위를 하지 않거나 스마트폰의 버튼을 한번 클릭하는 정도로 출석처리를 할 수 있다.<sup>[2]</sup> 하지만 해당 장소에서 비콘 신호를 전송하는 별도의 장치가 필요하며 출석처리를 위한 서버가 필요하다. 또한 Wi-Fi 접속이 어렵거나 셀룰러 네트워크를 사용할 수 없는 경우에는 스마트폰을 사용하여 출석 처리를 할 수 없는 단점이 존재한다.

여러 장치에서 전송되는 고정 내용의 비콘의 일부 필드를 합하여 전송을 개선하는 기술은 있지만<sup>[3]</sup> 제안한 시스템에서는 한 개의 단말에서 비콘 필드 내용을 매번 재설정하여 전송이 가능하도록 하였다.

본 논문에서는 블루투스 비콘을 사용하여 기존의 출결 처리 방식과 차별된 새로운 방식을 제안한다. 고정된 UUID 값을 연속 전송하는 비콘 사용 방식이 아니라 안드로이드 스마트폰에서 비콘 프레임의 내용을 매번 재설정하여 전송할 수 있어 비콘만을 사용한 출석 처리가 가능하고 별도의 서버 접속을 요구하지 않는다. 따라서 Wi-Fi와 셀룰러 네트워크가 없는 환경에서도 어디서든 출석 관리자와 참석자 사이에 출석 처리를 진행 할 수 있다.

\* First Author : Dept. Computer Engineering, Hanbat National University, gudtjr3614@gmail.com, 학생회원

<sup>o</sup> Corresponding Author : Dept. Computer Engineering, Hanbat National University, gabriel@hanbat.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2016-12-371, Received December 2, 2016; Revised December 27, 2016; Accepted December 27, 2016

## II. Beacon 프레임 포맷 정의

본 논문에서 제안하는 비콘을 이용한 전자 출결 확인 시스템은 기존 비콘의 프레임 포맷의 일부를 재 정의한 새로운 비콘 프레임 포맷을 사용한다. 관리자 장치와 출석자 장치에 따라 서로 다른 비콘 포맷을 적용한다. 공통적으로 Manufacturer id와 Beacon code는 본 논문에서 제안하는 시스템에서 사용하는 비콘이 아닌 다른 일반적인 비콘과 구별하기 위한 고정된 데이터 값을 사용한다.

관리자용 비콘 프레임 포맷은 그림 1과 같이 구성된다. 관리자용 비콘은 관리자 장치가 출석자 장치들에게 출석 응답을 요청하는 비콘을 전송할 때 사용한다. 관리자용 비콘 포맷에서 UUID(16 bytes)는 출석자의 ID 28 bits와 임의의 3 bits, 해당 출석자의 비콘 전송을 on/off하도록 요청하는 1 bit로 이루어진 4 bytes 묶음 4개로 구성된다. 따라서 하나의 관리자 비콘 신호는 4명의 출석자에게 응답을 요청할 수 있다. Major(2 bytes)에는 임의의 숫자를 저장하고, Minor(2 bytes)는 관리자의 ID를 저장한다.

출석자용 비콘 프레임 포맷은 그림 2와 같이 구성된다. 출석자용 비콘은 출석자 장치가 관리자 장치로 출석을 응답할 때 사용한다. 출석자용 비콘 포맷에서 Attendee id(28 bits)는 출석자의 ID를 저장한다. Major(2 bytes)에는 관리자 장치로부터 받은 비콘에서 두 개의 Random number를 추출하여 곱한 값의 하위 2 bytes를 저장한다. Minor (2 bytes)는 응답을

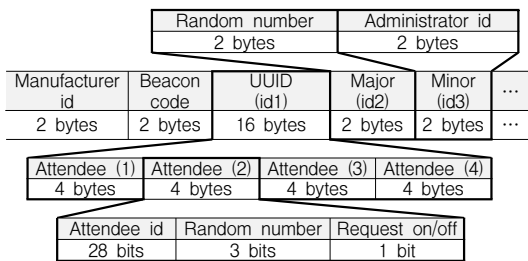


그림 1. 시스템에 사용된 관리자용 비콘 프레임 포맷  
Fig. 1. Beacon frame format for administrator

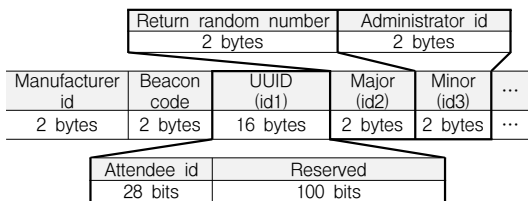


그림 2. 시스템에 사용된 출석자용 비콘 프레임 포맷  
Fig. 2. Beacon frame format for attendee

요청한 관리자의 ID를 저장한다.

## III. 출결 처리 방식 알고리즘

관리자 장치는 출석자의 ID가 저장되어 있는 출석 명부를 가지고 있고 프로그램 작동 시 출석자 마다 각각 다른 임의의 숫자를 부여한다. 관리자 장치는 관리자용 비콘 프레임의 Minor에 관리자의 ID를 인코딩하여 저장하고, Major에 임의의 숫자를 저장한다. Major에 저장된 임의의 숫자와 각 출석자에게 부여된 임의의 숫자는 별개이며 프로그램 종료 시까지 변하지 않는다.

관리자 장치는 출석 명부를 순차적으로 탐색하여 그림 3과 같이 출석 명부에 출석 처리가 되지 않았거나, 출석처리가 되었지만 계속 응답 비콘을 전송 중인 출석자 4명을 선택하여 UUID의 Attendee id 4곳에 차례대로 저장하고 참석자별 임의의 숫자를 UUID의 Random number 3 bits에 각각 저장한다. 출석 처리가 되지 않은 출석자의 응답 요청을 위해 관리자용 비콘 프레임 포맷의 Request on/off 위치에 1을 설정한다. 반면 출석 처리가 되었지만 출석자가 계속 출석 응답 비콘을 전송 중인 경우 응답 중지 요청을 위해 Request on/off 위치에 0을 설정한다. 관리자가 비콘을 한번 전송하면 4명의 출석자에게 응답 또는 출석 응답 중지 요청 신호가 전송된다. 관리자 장치는 해당 출석자들에게 요청하는 비콘을 전송 후 같은 방식으로 출석 명부의 다음 4명을 선택하여 비콘 전송하고, 모든 출석자가 출석 처리 될 때까지 이 과정을 반복한다.

출석자 장치의 기본 상태는 비콘을 전송하지 않고 주변의 비콘을 검색한다. 검색된 비콘 신호들은 Manufacturer ID와 Beacon code를 기준으로 필터링하여 본 출결 확인 시스템에서 사용하는 비콘 프레임

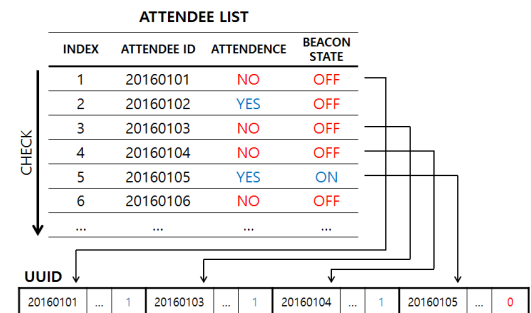


그림 3. 관리자용 비콘 프레임 포맷의 UUID 구성도  
Fig. 3. UUID configuration of the beacon frame format for administrator

포맷만을 선택한다. 출석자 장치는 비콘 신호들의 UUID를 디코딩하여 Attendee id에 자신의 ID가 포함되었는지 확인한다. 자신의 ID가 포함되어있는 경우 Request on/off bit를 확인하여 1인 경우 출석 응답 비콘을 전송한다. 출석 응답 비콘을 전송하고 있는 중에 Request on/off bit가 0인 경우는 출석 응답 비콘 전송과 주변 비콘 검색을 모두 중지하고 출석 처리가 완료되었음을 출석자에게 보여준다.

#### IV. 성능 평가

본 논문에서 제안한 출결 확인 시스템을 안드로이드 기반 스마트폰에서 어플리케이션을 작성하여 성능을 확인하였다. 비콘 송수신을 위해 Android OS 버전 5.0 (API 21) 이상의 스마트폰을 사용하였다. 그림 4는 제안한 시스템을 이용하여 참석자 30명의 출석을 확인한 결과이다. 좌우는 각각 관리자 장치와 참석자 장치의 화면이다. 관리자 장치는 참석자 명단에 출석이 확인되는 대로 명단에 표시한다. 참석자 장치는 출석 확인이 완료되면 출석 완료 메시지를 화면에 보여준다.

본 논문에서 제안한 시스템을 사용하여 참석자 30명의 출석을 확인하는데 걸린 시간은 약 50.642초(10회 평균)가 소요되었다. 호명 방식에 의한 출석 확인에는 약 92.171초(10회 평균)가 소요되었다.

참석자 30명을 기준으로 본 시스템을 사용하였을 때 사용하지 않았을 때보다 약 1.75배 빨라졌음을 확인할 수 있으며, 참석자가 많을 경우에는 더 효율적임을 알 수 있다.



그림 4. 안드로이드 어플리케이션 출석 절차 화면 : (a) 관리자용, (b) 출석자용  
 Fig. 4. Attendance confirmation on Android application : (a) administrator, (b) attendee

#### V. 결론

본 논문에서는 비콘을 이용한 애드훅 전자출결 시스템을 제안하였다. 관리자 장치가 각각의 참석자 장치에게 응답 요청 비콘을 전송하고 참석자 장치는 출석 응답 비콘을 관리자 장치에게 전송한다. 기존의 전자출결 시스템은 별도의 네트워크 접속이 필요한 반면, 제안된 시스템은 비콘 전송만으로 출결 확인이 가능하므로 Wi-Fi나 셀룰러 네트워크 접속 없이도 사용 가능하다. 제안한 시스템은 비콘 송수신 기능을 완벽히 지원하는 Android API 21 또는 iOS7 이상의 모든 기기에 적용할 수 있다. 최근 출시되는 스마트폰의 경우 API 23(안드로이드), iOS9(아이폰) 이상의 버전을 채택하여 향후 제안한 전자 출결 확인 시스템을 사용하는데 문제가 없을 것이다. 추후 iOS 기반의 전자출결시스템을 구현하고 비콘 전송의 충돌 방지 기법을 도입하여 본 시스템의 성능 개선 방안을 연구할 예정이다.

#### References

[1] D.-S. Cho, "An implementation of attendance management system using NFC," *J. The Korea Inst. Inf. and Commun. Eng.*, vol. 17, no. 7, pp. 1639-1644, Jul. 2013.

[2] S.-W. Ahn, "Smart attendance checking system based on BLE using a Beacon," *J. The Korea Inst. Electron. Commun. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 209-214, Feb. 2016.

[3] C. Kim, S. Hong, and S. Lee, "A research on performance improvement of iBeacon using transmission and reception of different beacon signals," *J. The Korea Inst. Commun. Sci.*, vol. 40, no. 1, pp. 108-114, Jan. 2015.